

40 LET PROVOZOVÁNÍ UMĚLÉ INFILTRACE V KÁRANÉM (1968 – 2008)

Ing. Ladislav Herčík

Pražské vodovody a kanalizace, a.s., Pařížská 11, Praha 1, ladislav.hercik@pvk.cz

Úpravna vody Káraný je nejstarší ze 3 úpraven vody, které slouží pro zásobování hlavního města Prahy. Provoz byl zahájen v roce 1914. Dodávána je výhradně podzemní voda, bez chemické úpravy, pouze s nezbytným hygienickým zabezpečením chlorem.

Zdroje, ze kterých je voda odebírána lze rozdělit dle charakteru do 3 oblastí:

- zdroje břehové infiltrace - 900 l/s (od r. 1914)
- zdroje artéské - 50 l/s (od r. 1914)
- zdroje umělé infiltrace - 900 l/s (od r. 1968)

Umělá infiltrace v Káraném byla vybudována v letech 1965-1969 v rámci rozsáhlé akce "Rozšíření vodárny v Káraném" a zaznamenala téměř zdvojnásobení dosavadní výroby. V letošním roce uplyne již 40 let od uvedení umělé infiltrace do provozu.

Základní údaje:

Projektant: Hydroprojekt Praha

Následný uživatel: Pražské vodárny, závod Káraný

Stávající provozovatel: Pražské vodovody a kanalizace, a.s., člen skupiny Veolia Voda

Vydatnost vybudovaných zdrojů: 900 l/s

Stavba byla zahájena 1.1.1965 výstavbou příjezdové komunikace v délce 5 km a odlesněním celého areálu. I. etapa stavby, o vydatnosti zdrojů 500 l/s, uvedena do provozu v září 1968 a zbývající část postupně v roce 1969.

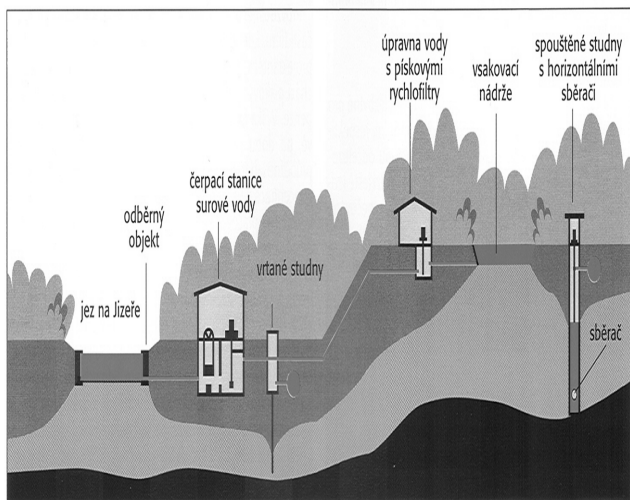
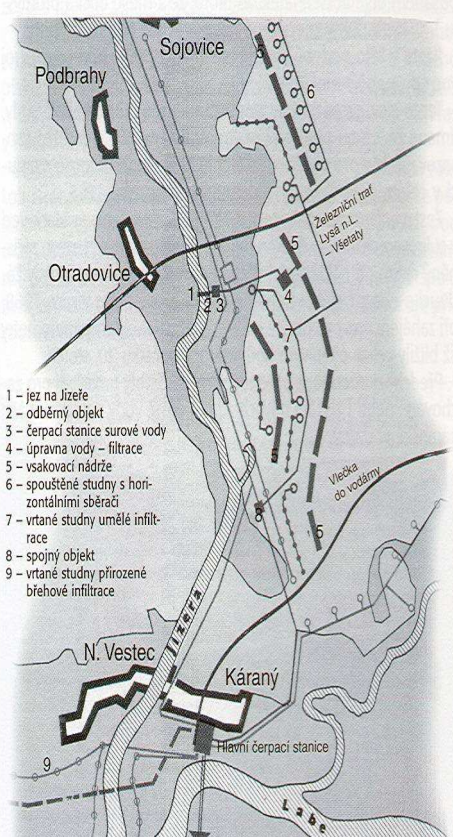


Schéma umělé infiltrace v Káraném



Mapa umělé infiltrace - detail z celkové mapy

Umělá infiltrace vodárny v Káraném sestává z těchto objektů:

Jez na Jizeře - vybudovaný k zajištění minimální hladiny pro odběr vody. Jez je pohyblivý o dvou polích, hradící elementy jsou segment a jednostranně ovládaná klapka. Odběrné zařízení situované na levém břehu Jizery je opatřeno hrubými a jemnými česlemi.

Úpravy: Před odběrné zařízení, které je situováno na levém břehu Jizery, musela být instalována plovoucí norná stěna k zachycení plovoucích nečistot. Jemné česle byly dodatečně opatřeny strojním stíráním s automatickým chodem, protože v podzemním



období listí a v zimě ledová tříšť byly příčinami častých výpadků čerpací stanice surové vody z důvodu minimální hladiny v jímkách čerpadel. V roce 2003 byly tyto česle nahrazeny zcela novým zařízením, pracujícím však na stejném principu. Nepodařilo se dosud zcela vyřešit problémy s namrzáním a ucpáváním česlí, zvláště při chodu ledové tříště. V této době je nutno odstavit úpravnu vody z provozu.

Čerpací stanice surové vody - voda přitéká do čerpací stanice gravitačně z odběrného zařízení. Jsou zde instalovány pásové síťové filtry s oky 1 mm, automaticky ostříkované vodou při určitém, nastavitelném, stupni zanesení. V čerpací stanici surové vody jsou dále osazena vertikální čerpadla SLS 8 a VF 450 o výkonu 1 450 l/s resp. 400 l/s, při výtlačné výšce 18,5 m. Provoz čerpací stanice je automatický, s blokováním chodu při minimální hladině v jímkách, zvýšené teplotě ložisek apod. Stanici je možno dálkově ovládat z velínu úpravně vody. Regulace výkonu se provádí změnou otáček. Výtlačným řadem DN 1 200 se voda dopravuje na horní terasu, do úpravně vody.

Úpravy: Provoz čerpací stanice surové vody včetně síťových filtrů byl po celé období bez vážných problémů, kromě běžného opotřebení zařízení. Z tohoto důvodu proběhla výměna vždy 1 ks čerpadel. SLS 8 bylo nahrazeno čerpadlem RDL V 600-540 firmy KSB a VF 450 bylo nahrazeno ponorným čerpadlem AMAREX KRT K 350-500 též firmy KSB. U síťových filtrů dochází k rychlému opotřebování pohyblivých součástí a vlastních sít, proto proběhlo za 40 let již několik generálních oprav.

Úpravna vody Sojovice - pro umělou infiltraci. Předúprava vody probíhá na otevřených pískových rychlofiltrech s náplní 130 cm písku FP 2. Celková filtrační plocha je 1 440 m², filtrační rychlost cca 3,6 m/hod. Ovládání šoupátek je hydraulické a jako medium byl použit olej. Praní filtrů je automatické, odvozené od nastavené tlakové ztráty jednotlivých filtrů. Prací vody odtékají do laguny pracích vod situované na břehu Jizery



a po odsazení přepadá voda zpět do Jizery. Na úpravně vody je umístěno řídicí centrum – velín, kam se soustřeďují veškeré informace z jednotlivých míst infiltrace a odkud je celý provoz řízen. Filtrovaná voda je dále čerpána čerpadly SSK 8 o výkonu 1 300 l/s do vsakovacích nádrží.

Úpravy: Původní náplň filtrů směsí písků VP 1 a VP 2 se ukázala jako nevhodná. Na základě sledování kvality filtrátu a množství suspenzí v prací vodě u zkušební náplně v různých obdobích roku, bylo rozhodnuto používat filtrační písek po označením FP 2. V současné době jsou výluky čerpání surové vody z důvodu nevyhovující kvality 50 – 60 dnů v roce. Příčinou je vysoký zákal surové vody nebo naopak pronikání jemného zákalu na vsakovací nádrže. Pro omezení růstu řas bylo do úpravní vody doplněno zařízení pro rozpouštění a dávkování algicidních preparátů – AgNO_3 a CuSO_4 .

V průběhu provozování došlo k výměně všech ovládacích armatur u pískových filtrů, ovládání je nyní elektrické místo hydraulického oleje. Bylo nahrazeno čerpadlo filtrované vody, instalována 2 nová prací dmychadla, kompletně byly zrekonstruovány rozvody VN. Řídicí systém je zcela nový a je sdílený i na velín v hlavní čerpací stanici v Káraném, jsou přenášeny veškeré důležité údaje a ÚV Sojovice je možno ovládat z Káraného. Kompletně rekonstruován je i velín.

Opakovaně se projevují problémy s pískovými rychlofiltry, které jsou klasické konstrukce s mezidnem. Dochází k praskání filtračních trysek a často jsou porušeny spáry mezi jednotlivými mezidnovými deskami. Z tohoto důvodu byla zahájena jednání, která směřují k rekonstrukci filtrace s drenážním systémem bez mezidna a znovu se posuzuje optimální skladba filtračního materiálu. Ze stavebních úprav byly nejvýznamnější rekonstrukce obvodového pláště celé ÚV a střešní krytiny.

Vsakovací nádrže - je jich vybudováno celkem 15. Šířka nádrží se pohybuje mezi 10 - 25 m, celková délka 4 500 m a vsakovací plocha cca 70 000 m². Vsakovací nádrže jsou uspořádány ve dvou řadách, jako nejvýhodnější řešení v daných geologických podmínkách. V každé vsakovací nádrži je ve středu postaven napouštěcí objekt s vodoměrem a regulačním šoupátkem, ovládaným dálkově z velínu úpravní vody. Reguluje se jím přítok vody do nádrže. Systém přepadových hran v napouštěcím objektu zaručuje přetlakovou výšku pro vodoměr, při výpadku čerpání zamezuje vyprázdnění nádrží do nádrže nejnižše položené a vytvářejí stabilní výtláčnou výšku pro čerpadla v čerpací stanici filtrované vody. Vsakovací nádrže mají svahy o sklonu 1:1,5 opevněné monolitickou betonovou dlažbou. Na obou koncích jsou vybudované sjezdy pro mechanizační prostředky používané při čištění a při doplňování písku. Rozvod vody se děje v první fázi žlabem, vybetonovaným podél delší strany, po zatopení žlabu je přívod vody bodový v místě napouštěcího objektu.

Čištění nádrží se provádí sejmutím vrstvy písku 3 - 5 cm a vyvezením na skládku. Odebraný písek je cca po 5ti letech doplňován pískem z vlastní pískovny.

Infiltrovaná voda se jímá ve vzdálenosti cca 200 m jímacím zařízením různého typu. Vzdálenost 200 m byla určena tak, aby zdržení vody v podzemí bylo min. 30 dní, což je doba potřebná k odbourání rozpuštěných organických látek obsažených v surové vodě na hodnoty, které připouští norma. Použitý typ studní je odvislý od výšky terénu nad nepropustným podložím a od předpokládané hladiny podzemní vody. Všude, kde byly vhodné geologické podmínky, byly použity vrtané trubní studny.

Úpravy: Problematikou vsakovacích nádrží se, z hlediska kolmatace, kvalitativních změn apod., zabývala řada pracovišť a odborníků. Požadavek na provozovatele je zajistit dostatečné množství vody v daném časovém období s minimálními ztrátami v podzemí. Na tomto technologickém stupni je provoz ovlivněn mnoha faktory, které jsou teoreticky známy, ale v praxi lze těžko předpokládat jak budou působit ve vzájemné kombinaci. Roční období, teplota vody, délka slunečního svitu, množství živin a organismů v surové vodě, stupeň zanesení nádrží apod. jsou faktory známé a měřitelné. Nelze však předem stanovit četnost a délku přerušení odběru surové vody z důvodu vysokého zákalu, následkem čistotářských havárií, příp. technologických

poruch. Proto je provozovatel nucen udržovat vyšší zásoby vody v podzemí i za cenu větších ztrát únikem do okolí. I při tomto způsobu provozování zdaleka nedosahují ztráty projektovaných 30 %, ale v dlouhodobém průměru se pohybují okolo 20 %. Je to ovšem za cenu, že není zaručena vydatnost 900 l/s v každém ročním období. V současnosti, při průměrné stávající požadované vydatnosti 400-500 l/s se podařilo ztráty snížit až na cca 10 %.

Snížení vydatnosti se projevuje při jarních vysokých průtocích v Jizeře, kdy se též intenzivně čistí nádrže po zimní přestávce. Pokles v tomto období je většinou eliminován zvýšenou vydatností zdrojů přirozené břehové infiltrace. Další pokles vydatnosti bývá v letních měsících s intenzivním slunečním zářením, kdy dochází k rychlému zakolmatování většiny vsakovacích nádrží v krátkém časovém období.



Vsakovací nádrž při navážení a po urovnání

Čištění vsakovacích nádrží je jednou z nejdůležitějších částí technologie umělé infiltrace. Na včasném vyřazení nádrže z provozu a rychlém čištění je odvislý provoz celého systému. Malé traktory se shrnovací radlicí, které měly znečištěný písek shrnout k podélné straně nádrže, se naprosto neosvědčily. Iniciativou pracovníků vodárny Káraný byl upraven šnekový nakladač DNT, s kterým se čistí nádrže dodnes.

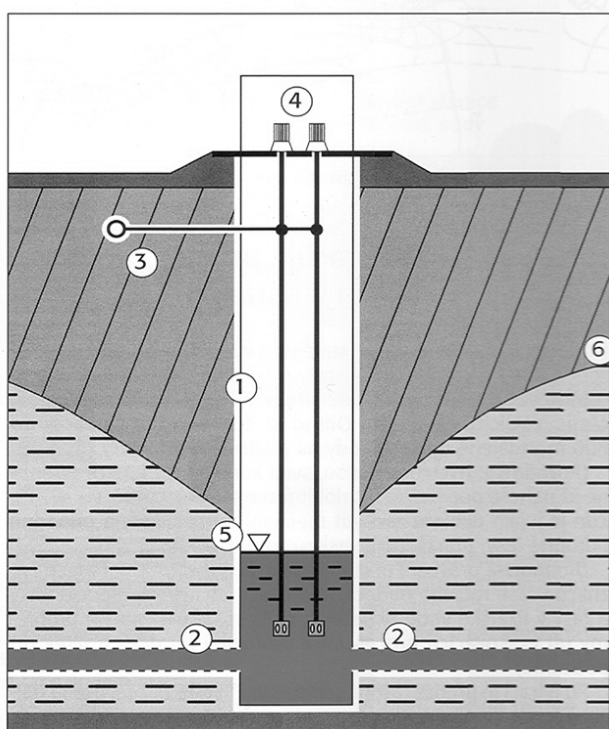
Doplňování písku, vytěženého ze vsakovacích nádrží, se vyřešilo otevřením vlastní pískovny v areálu infiltrace.

Snížení vsakovací schopnosti nádrží je možno odvodit ze skutečnosti, že po vyčištění se při napouštění stanoveným množstvím vody zaplní dno nádrže prakticky ihned, nikoliv postupně, jako při zahájení provozu. V této době docházelo k postupné kolmataci dna nejdříve v prohlubních. Kolmatační vrstva v těchto místech dosahovala až několika cm a v těchto místech pak docházelo k anaerobnímu rozkladu. Lze však konstatovat, že vlivem obnovy svrchních vrstev povrchu dna vsakovacích nádrží se proces kolmatace nezanášá do větších hloubek a vsakovací schopnost se ustálila na hodnotách, které neznamenaly snížení vydatnosti celého systému. Pokud by došlo k znehodnocení infiltračního lože, nabízí se možnost vybudování nových nádrží podél stávajících při zmenšení vzdálenosti mezi místem vsaku a jímání.

V posledních 10 letech je umělá infiltrace provozována na výkon 400 – 500 l/s a z tohoto důvodu jsou přednostně využívány jen některé vsakovací nádrže, které byly

určeny na základě hydrogeologických posudků Ing. Kněžka a RNDr. Dubánka. Ostatní nádrže jsou používány pouze krátkodobě při zakolmatování výše uvedených nádrží. Údržba a čištění probíhá na všech nádržích, tak aby byl komplex umělé infiltrace připraven na zvýšené čerpání surové vody a následně zvýšené dodávky pitné vody.

V průběhu provozování se opakovaně vyskytovaly problémy s prorůstáním náletových dřevin v pracovních spárách betonových stěn vsakovacích nádrží a proto se nyní řeší vyčištěním a přelepením speciálními dilatačními pásy Sikadur. Betonové stěny jsou již porušeny povětrnostními vlivy a narůstáním vrstvičky mechu, a proto se postupně provádí opravy stěn jednotlivých vsakovacích nádrží otryskáním tlakovou vodou a ošetřením mikroemulzním přípravkem. Veškerá voda je jímána v radiálních studních.



Řez spouštěnopu studní typu RANNEY
 1. Betonový plášť studny \varnothing 4 m, hloubka 15 – 20 m
 2. Perforované horizontální sběrače dlouhé 60 m, \varnothing 200 – 320 mm
 3. Svodný řad \varnothing 300 – 800 mm
 4. Čerpadlo
 5. Hladina vody ve studni
 6. Hladina infiltrující vody

Radiální studny - s horizontálními sběrači. Jímání horizontálními sběrači bylo voleno tam, kde předpokládaná hladina je v hloubce 10-13 m. Radiální studny jsou spouštěné železobetonové studny o průměru 4 m se dvěma radiálními sběrači, umístěnými kolmo na směr proudění podzemní vody, tj. přibližně rovnoběžně s řadou vsakovacích nádrží. Sběrače jsou provedeny z lepených filtrů s ocelovou výztuží nebo na ocelové děrované pažnici. Každý radiální sběrač je opatřen uzavíracím šoupátkem. Délka zatlačovaných sběračů je až 60 m. Na spouštěné studni jsou vybudovány čerpací stanice s vertikálními čerpadly CVAV, měřením hladiny ve studni s přenosem hodnot na velín. Čerpacích stanic nad radiálními studnami je 24, z toho do sedmi jsou zaústěny násoskové řady s vrtanými trubními studnami. Tyto stanice jsou pak opatřeny vývěvami pro evakuaci vrcholu násosek.

Přenos čerpaného množství je registrován na úpravně vody. Výkon jednotlivých čerpacích stanic se pohybuje od 20 l/s do 240 l/s a je závislý na vydatnosti jednotlivých sběračů a počtu připojených vrtaných studní.

Úpravy: byla provedena prohlídka sběračů podvodní televizní kamerou a zjištěno porušení ocelového přechodového límce mezi svěračem a pláštěm studny. Pokusná regenerace, provedená Vodními zdroji Praha opakovaně s odstupem několika let na vybraných R stanicích se sběrači z lepených filtrů nepřinesla podstatnou změnu vydatnosti sběračů, proto se zatím od další regenerace upustilo. Výjimkou je 7 horizontálních sběračů R 11, které mají ocelovou perforovanou pažnici. Korozí a inkrusty se perforace minimalizuje a klesá výkon stanice. Již 2x proběhla úspěšně regenerace vysokotlakým vodním paprskem. V rámci rekonstrukcí těchto čerpacích stanic byla vertikální čerpadla s olejovými náplněmi nahrazena moderními vertikálními,

nebo ponornými čerpadly. Výměnou prošla celá technologie, stavební části sanovány. Od roku 1985 jsou v systému další 2 R stanice (R38 a R 39) s násoskou, vybudované v rámci investiční akce Milovice.

Vrtané trubní studny – celkový počet 165. Jsou napojeny na 7 násoskových řadů zaústěných do radiálních studní (počet trubních studní u násosky 11 – 50). Vystrojeny jsou kameninovými zárubnicemi s trojnásobným obsypem. Šachta studny je vybavena regulačním šoupátkem, vodoměrem a pozorovacími trubkami pro měření hladiny ve studni a na rozhraní obsypu a rostlého terénu. Vydatnost se pohybuje od 2 l/s do 4 l/s

Úpravy: Na studnách byly vyměněny těžké ocelové sací roury za polyetylenové, které nepodléhají korozi. Šoupátka byla postupně nahrazena ručními regulačními klapkami. Vodoměry byly demontovány, protože se na nich vyskytovalo mnoho poruch a byly příčinou dalších odporů v násosném potrubí.

Doba zdržení vody v podzemí, předpokládaná projektem 30 dnů, je ve většině období delší. Při vyhodnocování byly zjištěny doby 50-60 dnů. Je to zřejmě způsobeno skutečností, že zřídka dochází ke spojitému vsakování, vlivem častého přerušování provozu a tudíž spády hladin jsou menší než se předpokládalo.

Kvalita vody

Jakost vody ve studnách umělé infiltrace je závislá výhradně na jakosti vody napouštěné do infiltračních van, v horninovém prostředí k podstatným změnám obsahu rozpuštěných látek nedochází.

Rozdíly v jakosti jímané vody radiálními studnami jsou malé v dlouhodobém vývoji jednotlivých složek i v porovnání jakosti jednotlivých objektů. Průměrné hodnoty dusičnanů se pohybují v rozmezí 13 až 16 mg/l.

Voda produkovaná umělou infiltrací je velmi kvalitní a jako voda mezioperační vyhovuje limitům vyhlášky 252/2004 Sb. ve všech ukazatelích.

Závěr

1. Vsakované a jímané množství nevykazují žádný trendový vývoj. Výroba vody je ovlivněna mnoha vnějšími vlivy, z nichž nejvýznamnější je vstupní kvalita surové vody a klimatické podmínky v daném období. Způsob provozování výrobu významně neovlivnil.
2. Provoz umělé infiltrace je značně ovlivňován nestabilní kvalitou surové vody. Tím je narušena kontinuita procesu a v podzemní nedochází k setrvalým stavům. Pokud by se podařilo snížit výkyvy v kvalitě surové vody a tím omezit četnost přerušování vsaku, lze očekávat optimálnější řízení infiltrace a tím docílení větší výtěžnosti, tj. omezení ztrát únikem.
3. Vybudováním umělé infiltrace v lokalitě Káraný bylo vytvořeno dílo, které stále je svým rozsahem a způsobem řešení ojedinělé a slouží plných 40 let k výrobě kvalitní podzemní vody.
4. Závěrem je nutno konstatovat, že pro výše uvedené problémy s pískovými rychlofiltry, je nutno přistoupit k rekonstrukci filtrace a související technologie v nejkratším možném termínu.

Literatura

- Provozní řád umělé infiltrace – Elpring Praha s.r.o. s kolektivem pracovníků PVK a.s. – 2000.
Kolerus V. : Sborník z konference Umělá infiltrace – zmnožování a úprava podzemních vod - in situ, str. 25 – 32, ČSVTS, Praha 1989.